



**Сравнение эффективности различных методик  
нахождения оптимальных частот  
метрономизированного дыхания на основе  
изучения соотношений спектральных  
показателей variability сердечного ритма**

**А.А.Горленко**

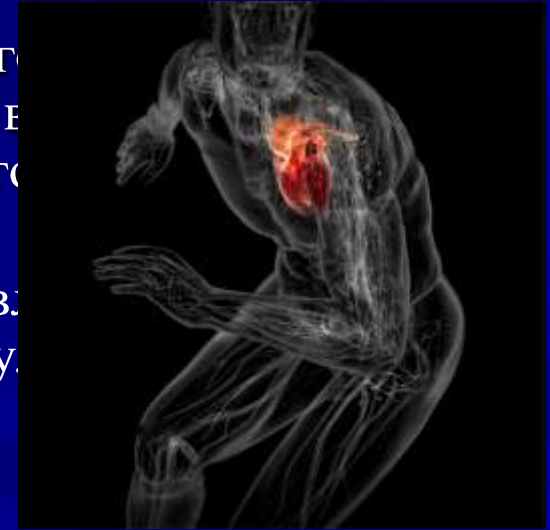
*Научные руководители: к.м.н., доц. А. Л. Кулик;  
д.м.н., проф. Н. И. Яблучанский*

Кафедра внутренней медицины

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина

## Актуальность темы

- Оценка функционального состояния организма, его резервов и работы регуляторных систем является в современной клинике, поскольку от этого во многом зависит состояние здоровья человека
- Вариабельность сердечного ритма (ВСР) представляет собой неинвазивный метод исследования состояния регуляторных систем организма.
- Поскольку низкие показатели ВСР коррелируют с плохим прогнозом, возможностью нарушений ритма сердца в настоящее время разрабатываются различные методики биообратной связи, направленные на повышение и нормализацию показателей ВСР.
- Одной из самых эффективных и простых в использовании методик является метрономизированное дыхание



## Цель работы

Провести сравнение различных методов поиска частоты метрономизированного дыхания, при котором наблюдается наибольшее приближение к оптимуму соотношения звеньев ВСР для создания эффективных техник биообратной связи в задачах повышения качества регуляторных систем человека.

## Объект наблюдения

4 здоровых добровольца (возраст 22-30 года)

- 2 мужчины
- 2 женщины
- индекс массы тела от 21 до 23 кг/м<sup>2</sup>
- ЧСС от 81 до 85 в мин
- АД – 100-120/80-60 мм рт.ст.

# Методы исследования

■ С помощью компьютерного диагностического комплекса «CardioLab 2009» («ХАИ-Медика») с частотой дискретизации сигнала 1000 Гц проводилось по 3 мониторные записи ЭКГ, в которых при помощи быстрого преобразования Фурье выделяли три типа волн:

- медленные (VLF) — частотой от 0,0033 до 0,05 Гц — преимущественно связаны с терморегуляцией, гуморальной (калликреинкининовая, ренин-ангиотензиновая, др.) регуляцией и симпатическим звеном вегетативной нервной системы;
- средние (LF) — от 0,05 до 0,15 Гц — преимущественно с симпатическим и парасимпатическими звеньями вегетативной нервной системы;
- быстрые (HF) — от 0,15 Гц до 0,40 Гц — преимущественно с парасимпатическим звеном вегетативной нервной системы.

■ Записи производились в положении сидя при различных параметрах изменения частоты дыхания (ЧД) — механическом переборе частот дыхания — возрастании и убывании с 6 до 12 дыханий в минуту и обратно и при автоматическом поиске частоты дыхания для достижения оптимума параметров ВСП с помощью алгоритма биообратной управляемой связи. Продолжительность дыхания на каждой из частот составляла 1 минуту.



# Методы исследования

■ Алгоритм автоматического поиска частоты дыхания состоял из двух подпрограмм:

- 1) определение расстояния до оптимума соотношений всех звеньев ВСР
- 2) поиск частоты дыхания, максимально приближающей к оптимуму соотношения значений показателей звеньев ВСР на основании установленных спектральных характеристик ВСР.

Ритм дыхания задавался и автоматически изменялся метрономом «CardioLab2009».

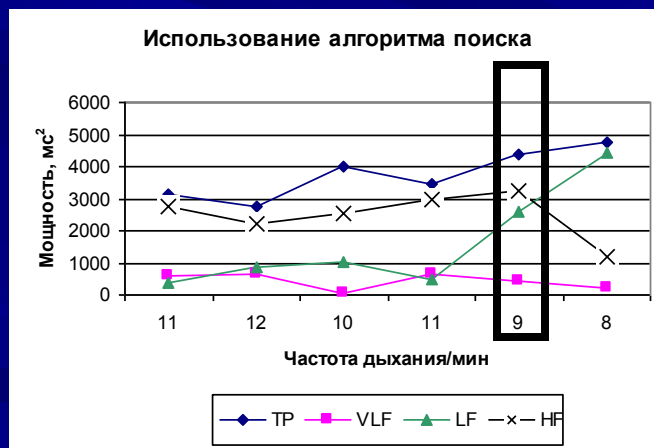
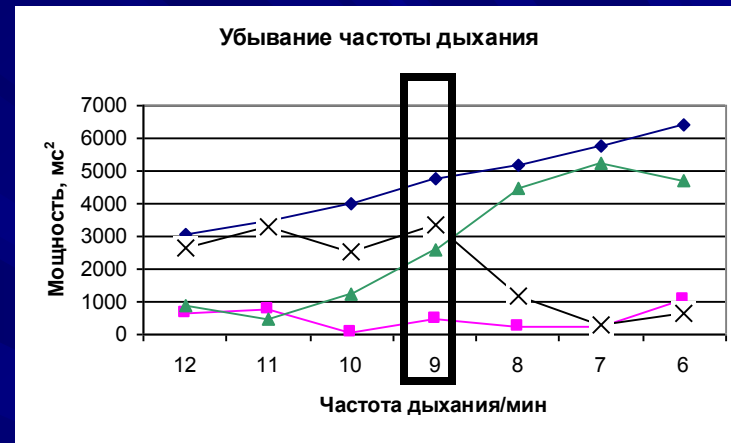
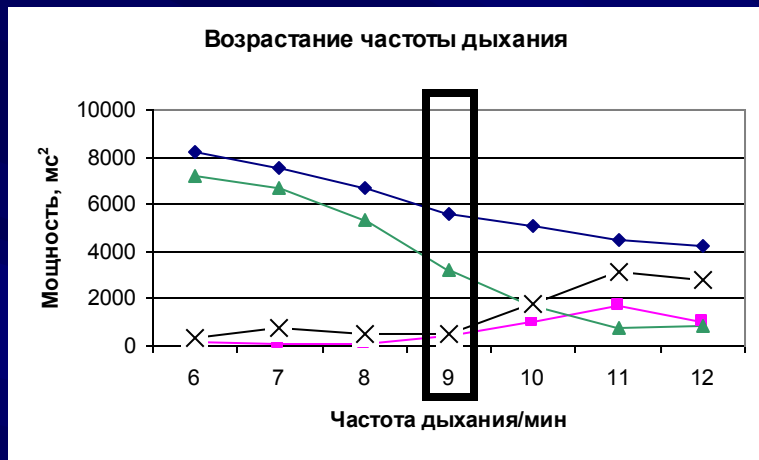
■ На каждом минутном интервале каждой из записей определялись:

- общая мощность (TP,  $\text{мс}^2$ ) спектра ВСР,
- мощности спектров доменов низких (VLF,  $\text{мс}^2$ ), средних (LF,  $\text{мс}^2$ ) и высоких (HF,  $\text{мс}^2$ ) частот,
- соотношение LF/HF как мера симпатовагального баланса,
- соотношение VLF/(LF+HF) как мера гуморальновегетативного баланса,
- частота дыхания, при которой регистрировалось наибольшее приближение к оптимуму равновесия звеньев ВСР и проводилось сравнение между полученными оптимальными частотами дыхания на всех трех записях.

Оптимальные параметры ВСР определялись индивидуально, исходя из известных норм для пола и возраста, по значениям LF/HF и VLF/(LF+HF).

# Результаты исследования

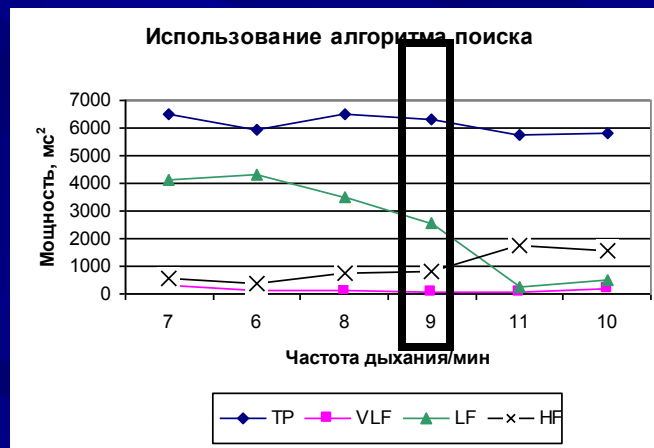
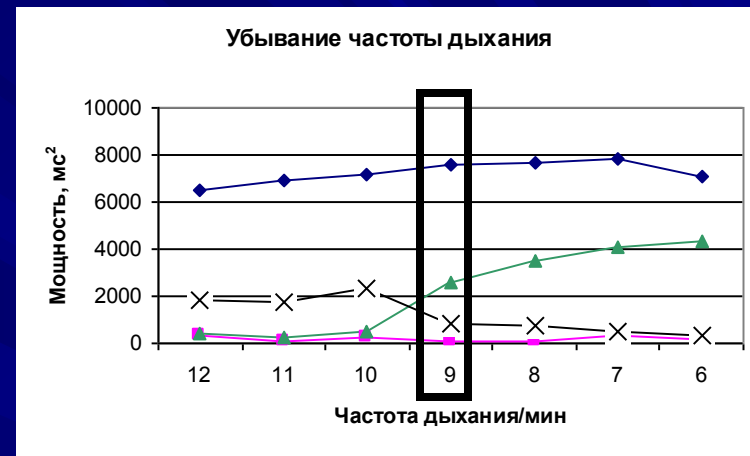
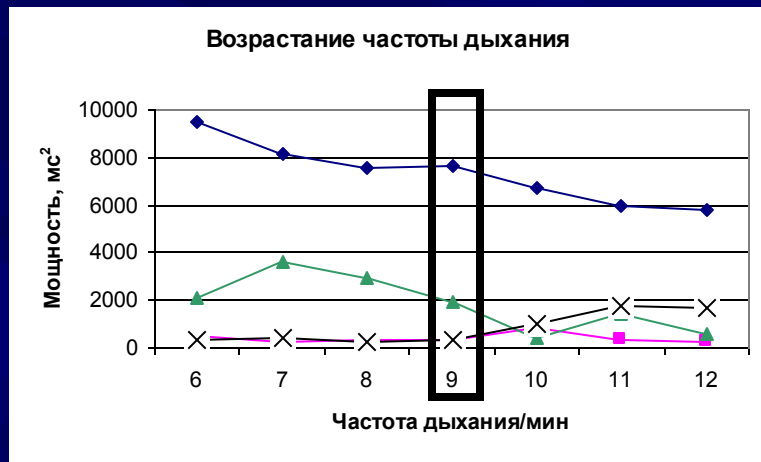
## Графики изменения показателей ВСР при различных параметрах изменения частоты дыхания



Испытуемый 3, м., 26 лет. При всех вариантах изменения частоты дыхания, оптимум располагается на частоте 9 дыханий в минуту.

# Результаты исследования

## Графики изменения показателей ВСР при различных параметрах изменения частоты дыхания



Испытуемый 4, ж., 22 года. При всех вариантах изменения частоты дыхания, оптимум также располагается на частоте 9 дыханий в минуту.



# Результаты исследования

Значения ЧД, при которых отмечаются оптимумы  
равновесия звеньев ВСР

№ испытуемого	Плавное изменение ЧД		Автоматический поиск
	Возрастание	Убывание	
Испытуемый 1	9	9	9
Испытуемый 2	12	12	12
Испытуемый 3	9	9	9
Испытуемый 4	9	9	9

Оптимальные значения ЧД зарегистрированные при пошаговом возрастании и убывании ЧД совпадают между собой и с результатами автоматического поиска, что объясняется практически одинаковыми соотношениями звеньев ВСР на одних ЧД независимо от направления их изменения.

# Результаты исследования

- Совпадение оптимальных ЧД, полученных при использовании алгоритма автоматического поиска с оптимумами, полученными при пошаговом возрастании и убывании ЧД, свидетельствует о возможности применения алгоритмического поиска оптимальной ЧД и достаточно высокой точности и надежности предложенного алгоритма.
- Полученные нами данные укладываются в систему представлений о нейрогуморальных механизмах регуляции дыхания и кровообращения и функциональных взаимоотношениях в системе дыхательных и парасимпатических ядер ствола мозга.

## Выводы

- Оптимальные частоты дыхания, полученные при пошаговом возрастании частоты дыхания у здоровых добровольцев, соответствуют полученным при ее пошаговом снижении.
- Оптимальные частоты дыхания при автоматическом поиске совпадают с частотами, полученными при пошаговом возрастании и убывании частоты дыхания.
- Задачи поиска оптимума частоты дыхания для достижения баланса звеньев ВСП могут быть решены использованием как однонаправленного перебора частот, так и автоматического поиска.

**Благодарю за внимание!**